

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-278896
(P2000-278896A)

(43)公開日 平成12年10月6日(2000.10.6)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 2 K 1/27

識別記号

5 0 1

F I

H 0 2 K 1/27

テマコード(参考)

5 0 1 A 5 H 6 2 2

5 0 1 M

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平11-84797

(22)出願日 平成11年3月26日(1999.3.26)

(71)出願人 000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(72)発明者 大木 俊治
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内
(72)発明者 木村 真秀
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内
(74)代理人 100072349
弁理士 八田 幹雄 (外3名)

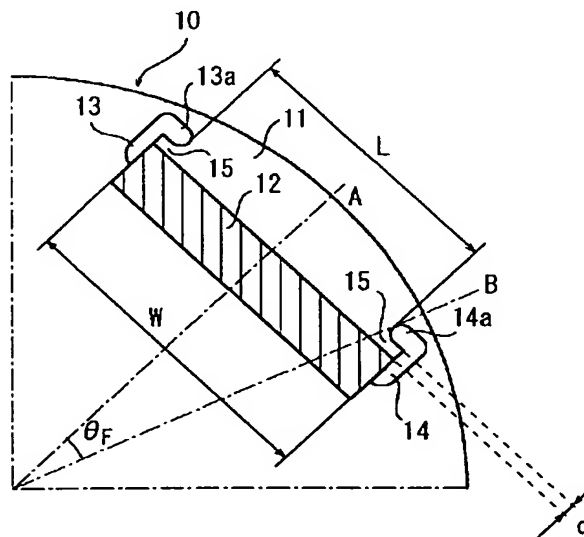
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電動機のロータ

(57)【要約】

【課題】 スキュー等を用いずにコギングトルクを低減可能で、しかも少ない工数で製作が容易で安価な電動機のロータを提供する。

【解決手段】 ロータコア11に設けるフラックスバリア13、14の外周側端部に突出部13a、14aを設け、永久磁石12の両側のフラックスバリア13、14の間隔Lを永久磁石12の幅Wよりも短くする。フラックスバリア13、14の突出部13a、14aと永久磁石12の間には鉄心部分15を設ける。フラックスバリア13、14の形状・寸法は、フラックスバリア先端角 θ_F が $5.4 \sim 5.9^\circ$ (電気角)の範囲にあるのが望ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータコアの内部に複数個の永久磁石を配置してなる電動機のロータにおいて、前記複数の永久磁石を前記ロータコアの外周部の円周方向に配置し、前記ロータコアの前記各永久磁石の円周方向端面側の外周部に略径方向の磁束遮断部を設け、該磁束遮断部の外周側端部には前記永久磁石の側に突き出た突出部が設けられていることを特徴とする電動機のロータ。

【請求項2】 前記突出部と前記永久磁石の間には鉄心が存在することを特徴とする請求項1記載の電動機のロータ。

【請求項3】 前記突出部の先端位置と前記永久磁石の中心とが前記ロータコアの中心を挟む角度は、電気角で $54 \sim 59^\circ$ であることを特徴とする請求項1記載の電動機のロータ。

【請求項4】 前記永久磁石は、板状の磁石であることを特徴とする請求項1記載の電動機のロータ。

【請求項5】 前記磁束遮断部は、貫通穴であることを特徴とする請求項1記載の電動機のロータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ロータ内に永久磁石を埋め込んだ電動機のロータの構造に関し、特に、スキュー（傾き）などを用いることなく、コギングトルクを低減することができるものである。

【0002】

【従来の技術】磁石型同期モータ（電動機）として、ロータ内に永久磁石を埋め込んだIPMモータ（埋込み磁石型モータ）がある。このモータは、高効率、小型化可能、高回転化可能という特徴を有するため、電気自動車などに適したモータとして、現在広く採用されている。

【0003】ところが、このような永久磁石を用いたモータにおいては、鉄心によるリラクタンス変化に伴ってステータとロータの間の吸引力が変動し、この変動によってコギングトルクまたはトルクリプルなどと呼ばれる角速度変化を伴う周期的なトルク変動（以下、ここではコギングトルクと呼ぶ）が発生する。このコギングトルクは回転の円滑を損ない、振動や異音の発生の原因ともなるので、小さく抑えることが望まれる。

【0004】そのため、従来より、コギングトルク低減のための工夫がいろいろなされている。マグネットロータの磁極（永久磁石）にスキュー（傾き）を設けるのもその一つである（例えば、特開昭63-140645号公報）。また、永久磁石の着磁方向を斜めにして、ロータにスキュー効果をもたらすものも開示されている（特開平5-168181号）。

【0005】また、スキュー以外の方法によるものとしては、例えば、永久磁石の幅を中心角で所定の値（または範囲）に決めるもの（特開平3-98445号公

報）、磁路を分割するようにロータコアに複数個の空隙を設けてロータ形状を非円形としたもの（実開平5-9147号公報）、積層してロータを構成する鉄心片の外周形状を積層方向に進むに従って変えてロータコア形状を変えたもの（実開平3-106851号公報）などが開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、マグネットロータの磁極にスキューを設ける方法にあつては、例えば、積層されたロータコアを永久磁石とともに積層方向に分割し、これら分割されたロータコアに永久磁石を挿入した後、一定角度ずつ階段状にずらせて軸に取り付ける必要があるため、工数が増大し、製作する手間と時間が増加し、コストアップにつながるという問題がある。また、永久磁石の着磁方向を斜めにしてスキュー効果を持たせる方法にあつても、着磁方向を斜めにするための特別な工程を必要とし、製作に手間と時間を要する。

【0007】また、スキュー以外の方法によるものとして、まず、磁石の幅を決める方法にあつては、欲しい磁束の量は磁石の幅によって決まるが、この場合には磁石の幅を任意に決めることができず、コギングトルク低減のために欲しい磁束の量が得られないおそれがある。また、ロータ形状を非円形にしたりまたはロータコア形状を変えたりする方法にあつては、ロータまたはロータコアの形状が通常のものではないため、やはり製作に手間と時間がかかり、高価になりがちである。

【0008】以上、いずれの方法にせよ、永久磁石自体に何らかの変更を加えたりまたはロータもしくはロータコアの形状それ自体を変更したりすることは、工数が増加し、製作に手間と時間を要し、コストアップは避けられない。

【0009】本発明は、このような従来技術の問題点を鑑みてなされたものであり、スキューなどを用いることなくコギングトルクを低減することができ、しかも少ない工数で製作が容易で安価な電動機のロータを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の上記目的は、下記的手段によって達成される。

【0011】（1）本発明に係る電動機のロータは、ロータコアの内部に複数個の永久磁石を配置してなる電動機のロータにおいて、前記複数の永久磁石を前記ロータコアの外周部の円周方向に配置し、前記ロータコアの前記各永久磁石の円周方向端面側の外周部に略径方向の磁束遮断部を設け、該磁束遮断部の外周側端部には前記永久磁石の側に突き出た突出部が設けられていることを特徴とする。

【0012】（2）前記突出部と前記永久磁石の間には鉄心が存在する。

【0013】(3) 前記突出部の先端位置と前記永久磁石の中心とが前記ロータコアの中心を挟む角度は、電気角で $54\sim 59^\circ$ である。

【0014】(4) 前記永久磁石は、板状の磁石である。

【0015】(5) 前記磁束遮断部は、貫通穴である。
【0016】

【発明の効果】本発明によれば、ロータコアに設ける磁束遮断部の外周側端部に永久磁石の側に突き出た突出部を設け、つまり、磁束遮断部を略し字形にし、永久磁石の両側の磁束遮断部（の突出部）の間隔が永久磁石の幅よりも短くなるようにしたので、永久磁石による磁束の分布が最適化され、スキューなどを用いずにコギングトルクを低減することができる。このとき、コギングトルク低減の効果はロータコアに設ける磁束遮断部の形状のみで与えられ、永久磁石自体を変更したりまたはロータもしくはロータコアの形状それ自体を変更したりする必要はなく、磁束遮断部の形状以外の点については通常のもので足りるため、工数が少なく、製作も容易で、安価である。

【0017】また、前記磁束遮断部を突出部と永久磁石の間に鉄心が存在する形状にした場合には、永久磁石の磁束を活かすことができるため、ステータコイルとロータの永久磁石とが反発、吸引することによるマグネットトルクを減少させずに、コギングトルクを低減することができる。

【0018】また、実験によれば、前記磁束遮断部の突出部の先端位置と永久磁石の中心とがロータコアの中心を挟む角度（以下「磁束遮断部先端角」という）を電気角で $54\sim 59^\circ$ にした場合、コギングトルク率（＝コギングトルク最大値／定格トルク）がモータ設計上の一般的な目標値である 1.0% （コギングトルク率が 1.0% 以下になると回転数変動の低減により振動・異音が著しく改善されることが知られている）以下となり、望ましい結果が得られた。したがって、磁束遮断部先端角を電気角で $54\sim 59^\circ$ の範囲に設定するだけで、コギングトルクを有効に低減することができる。

【0019】また、上記のように磁束遮断部の形状のみによる調整であり、磁石の形状や配置には大きな自由度があるため、永久磁石として製作の容易な板状の磁石を使用することができ、上記した簡単なロータ構造と相俟って、コスト的にもきわめて有利である。

【0020】また、磁束遮断部が貫通穴である場合には、打抜き用の所定の型を用意するだけで足り、従来行われていた加工工程でそのまま対応できるため、この点でのコストアップはない。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を使って、本発明の実施の形態を説明する。

【0022】図1は、本発明の電動機のロータの一例を

示す要部正面図である。なお、ここでは、1つの磁極部分に関してのみ記載しており、その他の磁極部分は同一構成のため省略してある。

【0023】この電動機は、ロータ10内に4個の永久磁石を埋め込んだ4極（2極対）のIPMモータ（埋込み磁石型モータ）である。このロータ10は、薄い（例えば、 0.5mm 厚）円形のけい素鋼板を複数枚積層してなるロータコア11と、該ロータコア11の中心にあるシャフト穴に圧入されたモータシャフト（図示せず）と、ロータコア11の外周部の円周方向に等間隔に配置された4個の永久磁石12とからなる。永久磁石12は、製作の容易な通常の板状磁石を使用する。

【0024】また、ロータコア11の永久磁石12の円周方向端面側の外周部には、略径方向のフラックスバリア（磁束遮断部）13、14がそれぞれ設けられている。フラックスバリア13、14は、ロータコア11の長手方向に貫通する、磁束を通さない貫通穴である。このフラックスバリア13、14の外周側端部には、永久磁石12の側に突き出た突出部13a、14aが設けられている。すなわち、このフラックスバリア13、14は、略し字形の形状をしており、フラックスバリア13、14（の突出部13a、14a）の間隔Lが永久磁石12の幅Wよりも短くなるように配置されている。また、永久磁石12の磁束を活かすために、フラックスバリア13、14の突出部13a、14aと永久磁石12との間に隙間15（寸法d）を設けてその部分にも鉄心が存在する形状にしている。つまり、永久磁石12の表面には必ず鉄心が存在するようにしている。なお、永久磁石12およびフラックスバリア13、14は、永久磁石12の中心とロータコア11の中心とを結ぶ直線Aに関して対称である。

【0025】図2は、フラックスバリア先端位置とコギングトルク率との関係を示す図面である。ここでは、フラックスバリア先端位置を、フラックスバリア13、14の突出部13a、14aの先端位置と永久磁石12の中心とがロータコア11の中心を挟む角度（以下「フラックスバリア先端角」という）、換言すれば、フラックスバリア13、14の突出部13a、14aの先端位置とロータコア11の中心とを結ぶ直線Bと、永久磁石12の中心とロータコア11の中心とを結ぶ直線Aとのなす角度を電気角で表現したもの（ θ_F ）によって示す。

また、コギングトルク率は、下記の式、
コギングトルク率＝コギングトルク最大値／定格トルク
によって定義される。

【0026】実験の結果、図2に示すように、コギングトルク率は、フラックスバリア先端角 θ_F に依存しており、コギングトルクの低減に有効な望ましい範囲が存在することがわかる。同図によれば、モータ設計上のコギングトルク率の一般的な目標値が 1.0% であることを考慮すると、コギングトルク率が 1.0% 以下となる5

4〜59°（電気角）の範囲が、フラックスバリア13、14（の突出部13a、14a）の形状または寸法として望ましい範囲である。特に、フラックスバリア先端角 θ_F が57°（電気角）またはその近傍のとき、コギングトルク低減の効果が最大となり、最も望ましい。なお、フラックスバリア先端角 θ_F が61°（電気角）の場合は、図3に示すように、フラックスバリア13、14に突出部が存在しない場合である。

【0027】したがって、本実施の形態によれば、ロータコア11に設けるフラックスバリア13、14の外周側端部に永久磁石12の側に突き出た突出部13a、14aを設け、つまり、フラックスバリア13、14を略し字形にし、永久磁石12の両側のフラックスバリア13、14（の突出部13a、14a）の間隔Lが永久磁石12の幅Wよりも短くなるようにしたので、永久磁石12による磁束の分布が最適化され、スキューなどを用いることなくコギングトルクを低減することができる。このとき、コギングトルク低減の効果はロータコア11に設けるフラックスバリア13、14の形状のみで与えられ、永久磁石自体を変更したりロータもしくはロータコアの形状それ自体を変更する必要はなく、フラックスバリア13、14の形状以外の点については通常のもので足りるため、例えば、永久磁石12として板状の磁石を使用でき、ロータ10またはロータコア11の形状も

円形でよいため、工数が少なく、製作も容易で、安価である。

【0028】また、フラックスバリア13、14の突出部13a、14aと永久磁石12の間に鉄心が存在する形状にしたので、永久磁石12の表面には必ず鉄心が存在することになり、永久磁石12の磁束を活かすことができるため、ステータコイルとロータ10の永久磁石12とが反発、吸引することによるマグネットトルクを減少させることなく、コギングトルクを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の電動機のロータの一例を示す要部正面図である。

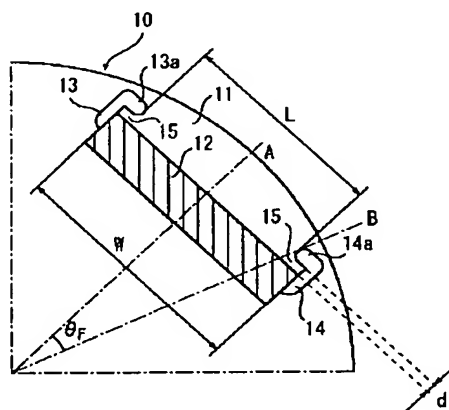
【図2】 フラックスバリア先端位置とコギングトルク率との関係を示す図面である。

【図3】 フラックスバリア先端角が61°（電気角）の場合におけるフラックスバリアの形状を示す図1の対応図面である。

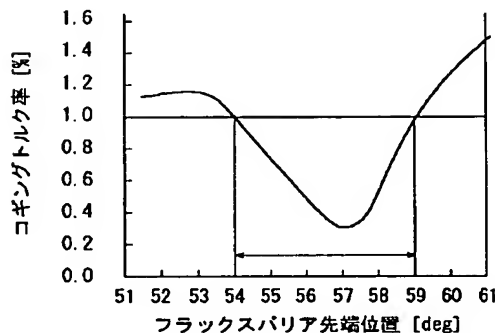
【符号の説明】

10…ロータ、
11…ロータコア、
12…永久磁石、
13、14…フラックスバリア（磁束遮断部）、
13a、14a…突出部。

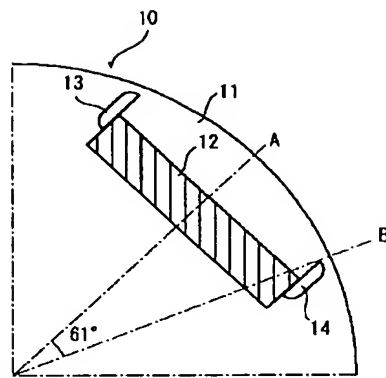
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 吉村 由佳
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H622 AA02 AA03 CA02 CA10 CA13
CB03 CB05 CB06 PP03 PP10
QB03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.